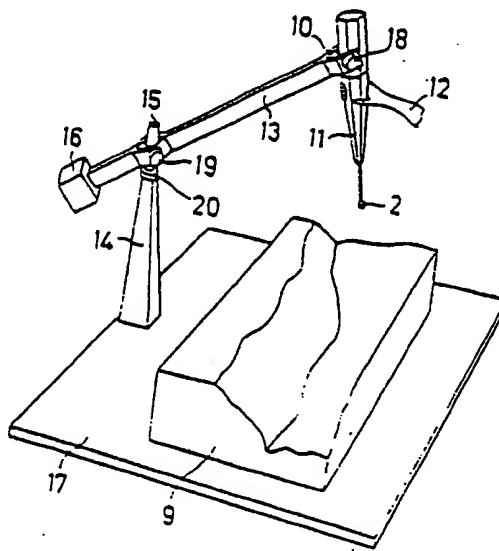


PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ³ : G05B 19/42	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 82/00906 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. März 1982 (18.03.82)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH81/00096 (22) Internationales Anmeldedatum: 25. August 1981 (25.08.81) (31) Prioritätsaktenzeichen: 6696/80-0 (32) Prioritätsdatum: 5. September 1980 (05.09.80) (33) Prioritätsland: CH (71) Anmelder; und (72) Erfinder: HOSSDORF, Heinz [CH/CH]; Tellplatz 12, CH-4002 Basel (CH). (74) Anwalt: A. R. EGLI & CO.; Horneggstr. 4, CH-8008 Zürich (CH).		(81) Bestimmungsstaaten: DE, DE (Hilfsgebrauchsmuster), FR (europäisches Patent), GB, JP, SE, US. Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SHAPING A SURFACE OF A WORKPIECE		
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR DAS FORMEN DER OBERFLÄCHE EINES WERKSTÜCKS		
(57) Abstract <p>To manufacture any tridimensional object, a tridimensional, topologically described model of the workpiece to be machined (9) is entered in a memory of a computer, and the nominal dimensions of the model are confronted with the momentaneous position of the machining tool (2). With acoustic or optical signals, for example by means of a computer screen, the operator (12) of the machining tool is guided. The machining tool is supported movably by a post composed by elements (11, 13, 15) having at least two degrees of freedom. The post may also be provided with a sensor instead of the tool, with which the workpiece (9) is probed and its shape is stored in the computer. The workpiece to be machined (9) may be movably supported in an apparatus (30), where it may be oriented so as to be machined from all sides.</p> <p>(57) Zusammenfassung Zur Herstellung beliebiger dreidimensionaler Werkstücke wird ein abtastetes, dreidimensionales und topologisch körperhaft beschriebenes geometrisches Modell des herzustellenden Werkstücks (9) in einem Computer gespeichert und dessen Soll-Dimensionen mit der jeweiligen Lage eines Bearbeitungswerkzeugs (2) verglichen. Durch akustische oder optische Signale, z. B. mittels eines Computer-Bildschirms, soll die Bedienungsperson (12) des Bearbeitungswerkzeugs geführt werden. Das Bearbeitungswerkzeug ist an einem aus Getriebegliedern (11, 13, 15) bestehenden Ständer mit mindestens zwei Freiheitsgraden beweglich gelagert. Es kann auch umgekehrt anstelle des Bearbeitungswerkzeugs ein Taststift angeordnet werden, mit dem durch Abtasten des Werkstückes (9) seine Form im Computer gespeichert wird. Das Werkstück (9) kann auch in einer beweglichen Vorrichtung (30) gelagert sein und für eine allseitige Bearbeitung geschwenkt werden.</p>		



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	KP	Demokratische Volksrepublik Korea
AU	Australien	LI	Liechtenstein
BR	Brasilien	LU	Luxemburg
CF	Zentrale Afrikanische Republik	MC	Monaco
CG	Kongo	MG	Madagaskar
CH	Schweiz	MW	Malawi
CM	Kamerun	NL	Niederlande
DE	Deutschland, Bundesrepublik	NO	Norwegen
DK	Dänemark	RO	Rumänien
FI	Finnland	SE	Schweden
FR	Frankreich	SN	Senegal
GA	Gabun	SU	Sowjet Union
GB	Vereinigtes Königreich	TD	Tschad
HU	Ungarn	TG	Togo
JP	Japan	US	Vereinigte Staaten von Amerika

- 1 -

Verfahren und Vorrichtung für das Formen der Oberfläche
eines Werkstücks

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für das Formen der Oberfläche eines Werkstücks durch spanende Bearbeitung oder plastische Umformung des Werkstücks durch ein computerunterstütztes Werkzeug und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

In vielen Bereichen der Technik wird in der einen oder anderen Phase des Entwurfs- oder Fertigungsprozesses die Herstellung eines materiellen Modelles des geplanten Gegenstandes notwendig, beispielsweise als Ausgangspunkt weiterer Untersuchungen oder als Schablone in Kopiermaschinen, insbesondere Kopierfräsmaschinen. Dies gilt insbesondere in Fällen, wo die geometrische Form komplex und nicht analytisch beschreibbar ist. Man denke hier beispielsweise an den Karosseriebau, Schiffs- und Flugzeugbau, an freigeformte Gussstücke, Gehäuse, Gebinde u.ä. oder auch an die modellhafte Darstellung von Naturobjekten, z.B. Gelände- modellen oder Kunstgegenständen. Diese Modelle werden



- 2 -

meistens handwerklich gefertigt. Der zeitliche Aufwand zu ihrer Herstellung kann deshalb je nach der Kompliziertheit des Modelles erheblich sein. Nachteilig ist auch, dass nachträgliche Aenderungen, die sich aus verschiedenen Gründen aufdrängen können, nur schwer am bereits bestehenden Modell berücksichtigt werden können.

Seit es neuerdings möglich ist, räumliche Modelle beliebiger Gestalt abstrakt im Computer zu beschreiben und zu speichern und jederzeit beliebige Aspekte dieses Modelles, z.B. projektive Ansichten, Schnitte, optisch am Bildschirm zu betrachten, kann der Computer zumindest teilweise die bisherigen Funktionen des materiellen Modelles übernehmen. Insbesondere können während der Entwurfsphase Modifikationen am Computermodeill mit weit geringerem Aufwand vorgenommen und deren Auswirkungen sofort visuell beurteilt werden.

Dennoch kann auf die schlussendliche Herstellung eines materiellen Modelles in vielen Fällen nicht verzichtet werden, wenn das Modell beispielsweise als Giessmodell oder als Kopierschablone verwendet werden soll oder dass seine haptischen Eigenschaften von Interesse sind.

Bekannt sind auch Verfahren zur Herstellung freigeformter Werkstücke über numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen. Das Werkstück wird zunächst als Rohling bereitgestellt; die Bearbeitung erfolgt durch Werkzeuge, welche durch Steuerimpulse geführt werden, welche entweder laufend nach einem vorgegebenen Gesetz errechnet oder auf einem Datenträger (z.B. Lochstreifen, Magnetband) gespeichert sind. Wesentlich ist bei diesem Verfahren, dass jede einzelne vom Werkzeug beschriebene Bahn numerisch vorbestimmt werden muss.

Hier setzt die Erfindung ein, deren Aufgabe es ist, ein



- 3 -

Verfahren der eingangs beschriebenen Art so auszugestalten, dass das materielle Modell auf einfache und rationelle Weise unter Verwendung des vorhandenen Computermodells hergestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird gemäss der Erfindung dadurch gelöst, dass

- die zu formende Oberfläche als abstraktes, dreidimensionales und topologisch körperhaft beschriebenes Modell im Computer gespeichert wird,
- die Ist-Lage des Werkzeugs während der Bearbeitung bzw. Verformung kontinuierlich ermittelt und mit der Oberfläche des gespeicherten Modells verglichen wird und
- die Ist-Lage und/oder das Erreichen der den Soll-Dimensionen des Werkstücks entsprechenden Soll-Lage des Werkzeugs signalisiert wird.

Dadurch wird erreicht, dass zwar der erlaubte Bewegungsraum des Werkzeugs entsprechend der vorgeschriebenen Soll-Dimensionen des Modells oder des Werkstücks begrenzt wird, der Bewegungsweg des Werkzeugs innerhalb des Bewegungsraums jedoch nicht vorgeschrieben wird. Weiter werden sowohl die Konstruktion der computerunterstützten Vorrichtung selbst im Vergleich zu numerisch gesteuerten Maschinen vereinfacht als auch der Zeitaufwand für den Entwurf und die Herstellung von exakten, komplizierten, freien Formen wesentlich verringert und gleichzeitig die Entwurfsqualität gesteigert, da Varianten des Entwurfgegenstands, d.h. Gestaltmodifikationen, mit geringem Aufwand hergestellt und sofort überprüft werden können.



- 4 -

Zur Durchführung des Verfahrens ist erfindungsgemäss eine Vorrichtung vorgesehen, bei welcher über einen aus Getriebegliedern gebildeten Ständer ein mit mindestens zwei Freiheitsgraden bewegliches, die Oberfläche eines Werkstücks bearbeitendes oder abtastendes Werkzeug auf eine Unterlage abgestützt ist, wobei den Getriebegliedern Lagegeber für die Lagebestimmung des Werkzeugs zugeordnet sind, deren Signale zum Vergleich der Ist-Lage des Werkzeugs mit den Soll-Dimensionen der Oberfläche des Werkstücks dienen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschema einer Vorrichtung für das Formen der Oberfläche eines Werkstücks,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Formen der Oberfläche eines auf einer Fläche abgestützten Werkstücks und

Fig. 3 eine Vorrichtung ähnlich derjenigen nach Fig. 2, wobei das Werkstück über einen beweglichen Halter auf der Fläche abgestützt ist.

Die Erfindung geht von der Ueberlegung aus, dass zum freien Formen der Oberfläche eines aus Materie hergestellten Modells, z.B. eines Werkstücks mittels eines Werkzeugs, z.B. eines Fräskopfes, als Vorlage ein abstraktes, im Speicher eines Computers festgehaltenes Modell verwendet wird. Aus Fig. 1 ist eine Vorrichtung als Blockschema dargestellt, mit dem die Herstellung von Werkstücken mittels eines abstrakten, im Computer gespeicherten Modells möglich ist.



- 5 -

Der Block stellt ein schematisch dargestelltes rotierendes Werkzeug 2 dar, das anhand von Fig. 2 und 3 näher beschrieben wird. Das Werkzeug 2 kann in einem Bewegungsraum bewegt werden, der durch ein Koordinatenkreuz 3 versinnbildlicht ist. Der an dem Block 1 anschliessende Block 4 ist ein Prozessor, der fortlaufend die Lage des Fräskopfes 2, z.B. aus den Signalen von Lagegebern, errechnet, was durch drei Koordinaten X_1 , Y_1 , Z_1 , versinnbildlicht ist. Der Block 5 stellt einen Computer dar, in dem das abstrakte Modell des herzustellenden Werkstücks gespeichert ist, das durch eine Fläche 5' versinnbildlicht ist. Der Block 6 stellt einen weiteren Prozessor dar, welcher die Differenz zwischen den Ist-Werten der Lage des Fräskopfes 2 und den Soll-Dimensionen des herzustellenden Werkstücks ermittelt.

Die Darstellung dieser Lagedifferenz kann in verschiedener Weise erfolgen, wie die Blöcke 7, 8 zeigen. Der Block 7 stellt beispielsweise einen Bildschirm des Computers 5 dar, in dem der Fräskopf 2 und ein örtlicher Schnitt durch die Soll-Dimension des herzustellenden Werkstücks 9 abgebildet werden. Es kann somit fortlaufend kontrolliert werden, ob die Soll-Dimensionen des Werkstücks 9 eingehalten werden. Bei Erreichen einer Soll-Dimension können noch zusätzliche akustische oder optische Signale, z.B. Warnlampen, verwendet werden.

Der Block 8 stellt eine akustische Ueberwachung der Herstellung des Werkstücks 9 dar. Es werden beispielsweise akustische Signale erzeugt, die bei der Annäherung an die Soll-Dimension des Werkstücks 9 sich ändern, z.B. durch Ändern der Tonhöhe oder der Signallänge. Auch die Kombination verschiedener Signale, z.B. optischer und akustischer Signale, ist möglich.



- 6 -

In Fig. 2 ist die durch den Block 1 schematisch dargestellte Vorrichtung mit ihren Einzelteilen dargestellt. Der Fräskopf 2 wird durch einen Motor (nicht sichtbar) angetrieben, der in einem in einer Gabel 10 pendelnd gelagerten Getriebeglied 11 eingebaut ist. Die Bedienungsperson kann mit der Hand 12 den Fräskopf 2 frei bewegen. Die Gabel 10 ist ein Teil eines Getriebegliedes 13, das in einem Getriebeglied 15 schwenkbar gelagert ist und an seinem Ende ein Gewicht 16 aufweist, mit dem das Gewicht des Motors ausgeglichen wird. Das Getriebeglied 15 ist auf einem Sockel 14 drehbar gelagert, der auf einer Fläche 17 abgestützt ist, auf welcher auch das herzustellende Werkstück 9 gelagert ist. Durch die Getriebeglieder 11, 13, 15 kann der Fräskopf 2 frei im Raum bewegt werden. Jeder räumlichen Lage X_i , Y_i , Z_i des Fräskopfes entsprechen drei eindeutige Werte A_i , B_i , C_i der drei den Freiheitsgraden entsprechenden Variablen. In Fig. 2 sind diese Variablen entsprechend der Anordnung der Getriebeglieder 11, 13, 15 Winkel, deren jeweilige Grösse durch die drei Getriebegliedern zugeordneten Messgeber 18, 19, 20 festgestellt wird. Je nach der Bauweise des durch die Getriebeglieder 11, 13, 15 gebildeten Ständers können die Variablen auch Strecken oder eine Mischung von Längen und Winkeln sein. Während des Fräsvorgangs werden die Werte der Variablen durch den Prozessor 4 über die Geber 18, 19, 20 abgefragt und die Ist-Lage des Fräskopfes 2 errechnet.

$$X_i = f_1 (A_i, B_i, C_i)$$

$$Y_i = f_2 (A_i, B_i, C_i)$$

$$Z_i = f_3 (A_i, B_i, C_i)$$

Die Funktionen f_1 , f_2 , f_3 sind im Prozessor 4 entweder als Softwareprogramme, als Mikroprogramme oder als feste Hardware-Elektronik vorhanden.



- 7 -

Das herzustellende Werkstück 9 bleibt während der Bearbeitung auf der Fläche 17 aufgespannt; es kann aus beliebigem Material, z.B. Metall oder Kunststoff, hergestellt sein. Es wird eine leichte Bearbeitbarkeit durch Wahl gut formbarer Materialien, z.B. Kunststoffe, Gips, Ton o.dgl., angestrebt, die jedoch dem Verwendungszweck des Modells genügen.

Im Computer 5 ist das mathematische Modell des herzustellen- den Werkstücks gespeichert und kann dort ohne Mühe frei manipuliert, d.h. im Raum positioniert, vergrößert, verkleinert, verzerrt oder sonstwie abgeändert werden. Ausserdem könnte der Computer 5 zusätzliche Informationen über den Zerspanungsvorgang errechnen, z.B. die Geschwindigkeit des Eindringens des Fräskopfes 2 oder die Parallelität des Fräsweges mit der Soll-Fläche. Auch die Aufgaben der Prozessoren 4, 6 können selbstverständlich vom Computer 5 übernommen werden.

In Fig. 3 ist dieselbe Vorrichtung für das Formen der Oberfläche eines Werkstücks wie in Fig. 2 dargestellt. Der Unterschied besteht darin, dass das Werkstück 9 nicht fest auf der Fläche 17 aufgespannt ist, sondern in einer beweglichen Vorrichtung 30 gelagert ist. Die Vorrichtung 30 besteht aus einem Haltebügel 31, in welchem ein erster Rahmen 32 drehbar gelagert ist. Im Rahmen 32 ist ein zweiter Rahmen 33 drehbar gelagert und trägt das Werkstück 9. Die jeweilige Lage wird durch Lagegeber 35, 36 festgestellt und an den Computer 5 gemeldet, um dort eine entsprechende Drehung des abstrakten Computermodells zu bewirken, damit die Soll-Dimensionen der jeweiligen Lage des Werkstücks 9 entsprechen. Damit wird eine allseitige Bearbeitung der Modelle ohne wiederholtes Aufspannen des Werkstücks möglich. Diese kontrollierten Drehbewegungen könnten auch durch Verschiebungsbewegungen ergänzt oder ersetzt werden.



- 8 -

Die in kurzen Zeitabständen fortlaufend anfallende Information über den Bearbeitungsvorgang des Fräskopfes 2 wird in Signale transformiert, welche die manuelle Führung des Fräskopfes in möglichst anschaulicher Form ermöglichen sollen, wie dies im Zusammenhang mit Fig. 1 erläutert ist. Das beschriebene Verfahren und die dazugehörige Vorrichtung stellen ein leistungsfähiges Werkzeug im Entwurfs- und Herstellungsprozess von dreidimensionalen, freien Formen dar. Voraussetzung ist hierbei die Software. Wesentlich ist hierbei die Steigerung der Entwurfsqualität, da Varianten des Entwurfsgegenstandes mit geringem Aufwand durchgespielt werden können. Gestaltmodifikationen werden mühelos vorgenommen; in irgendeiner Entwurfsphase kann das materielle Modell des im Computer enthaltenen abstrakten Modells hergestellt werden.

Es ist auch möglich, dass umgekehrt die Vorrichtung als räumliches Digitalisierungsgerät zur Ausmessung und Uebermittlung in den Computer eingesetzt wird, wobei der Fräskopf 2 durch einen Taststift ersetzt werden kann.

Es ist auch möglich, zur Begrenzung des Bewegungsraums des Fräskopfes 2 die Soll-Fläche heranzuziehen, wobei computergesteuerte Vorrichtungen zur Sperrung der Getriebegelenke vorgesehen werden können. Eine weitere Sicherungsmassnahme stellt das automatische Abstellen des Motors oder das Entkuppeln der Antriebswelle des Werkzeugs 2 beim Durchdringen der Soll-Fläche dar.



Patentansprüche

1. Verfahren für das Formen der Oberfläche eines Werkstücks durch spanende Bearbeitung oder plastische Umformung des Werkstücks durch ein computerunterstütztes Werkzeug, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die zu formende Oberfläche als abstraktes, dreidimensional und topologisch körperhaft beschriebenes Modell im Computer gespeichert wird,
 - die Ist-Lage des Werkzeugs während der Bearbeitung bzw. Verformung kontinuierlich ermittelt und mit der Oberfläche des gespeicherten Modells verglichen wird,
 - die Ist-Lage und/oder das Erreichen der den Soll-Dimensionen des Werkstücks entsprechenden Soll-Lage des Werkzeugs signalisiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage des Werkzeugs manuell eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ist- und/oder die Soll-Lage akustisch signalisiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ist- und/oder die Soll-Lage optisch, z.B. mittels eines Computer-Bildschirms, dargestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Soll-Dimensionen des Werkstücks der Bewegungsweg des Werkzeugs begrenzt wird.



- 10 -

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass über einen aus Getriebegliedern (11, 13, 15) gebildeten Ständer ein mit mindestens zwei Freiheitsgraden bewegliches, ein Werkstück (9) bearbeitendes oder abtastendes Werkzeug (2) auf einer Fläche (17) abgestützt ist, wobei den Getriebegliedern Lagegeber (18, 19, 20) für die Lagebestimmung des Werkzeugs zugeordnet sind, deren Signale zum Vergleich der Ist-Lage des Werkstücks mit den Soll-Dimensionen der Oberfläche des Werkstücks dienen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zu bearbeitende Werkstück (9) gegenüber der Unterlage (17) in einem Halter gelagert ist, der zur allseitigen Bearbeitbarkeit des Werkstücks um mindestens eine Achse drehbar ist, wobei Geber (35, 36) zur Feststellung der jeweiligen Lage des Werkstücks angeordnet sind, die eine entsprechende Drehung des abstrakten Computermodelles bewirken.



1/1

FIG. 1

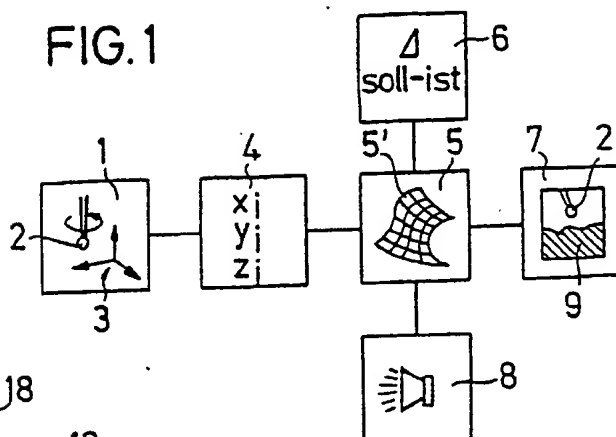


FIG. 2

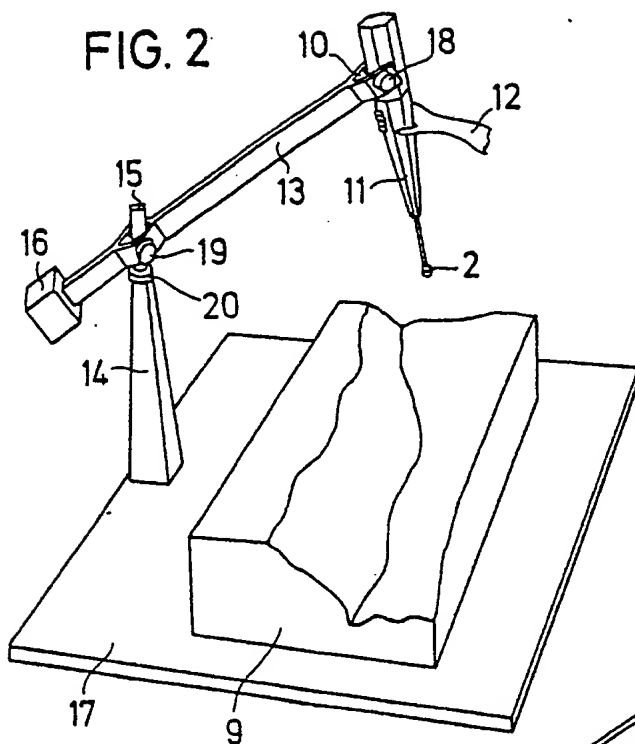
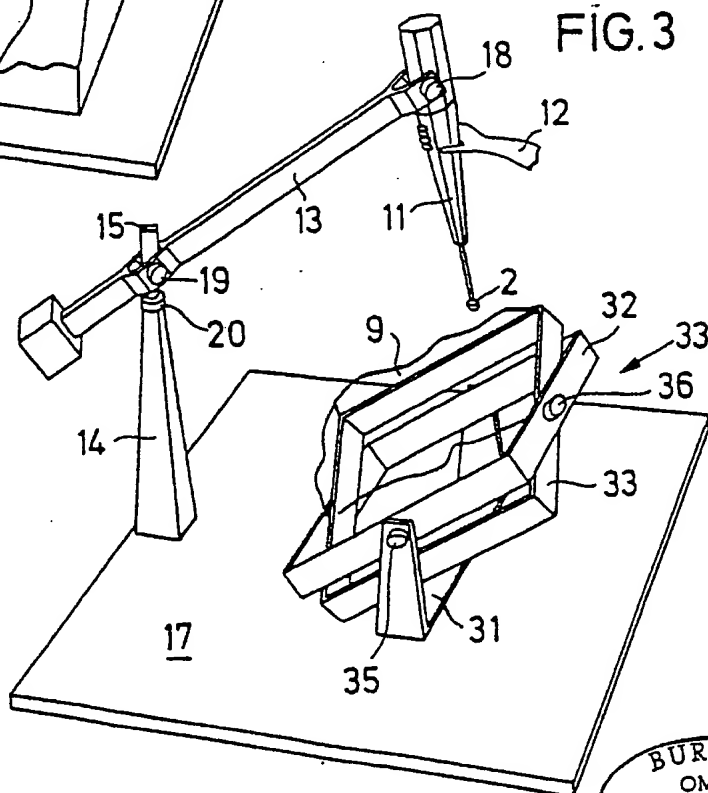


FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 81/00096

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ³ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC <div style="margin-left: 40px;">Int. Cl.³ : G 05 B 19/42</div>																																
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">Minimum Documentation Searched ⁴</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%; border-bottom: 1px solid black;">Classification System</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">Int. Cl.³</td> <td style="padding: 5px;">G 05 B 19/42; G 06 F 15/46; B 23 Q 33/00; G 05 B 19/18; G 06 F 15/20</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵</div>			Classification System	Classification Symbols	Int. Cl. ³	G 05 B 19/42; G 06 F 15/46; B 23 Q 33/00; G 05 B 19/18; G 06 F 15/20																										
Classification System	Classification Symbols																															
Int. Cl. ³	G 05 B 19/42; G 06 F 15/46; B 23 Q 33/00; G 05 B 19/18; G 06 F 15/20																															
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <th style="width: 10%; border-bottom: 1px solid black;">Category ⁶</th> <th style="width: 70%; border-bottom: 1px solid black;">Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷</th> <th style="width: 20%; border-bottom: 1px solid black;">Relevant to Claim No. ¹⁸</th> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">FR, A, 2365838, published on 22 September 1977, see page 1, lines 24-30; line 40 to page 2, line 7; page 5, line 15 to page 7, line 11; figures 1 to 7, Toolmasters</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1, 2, 6</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">GB, A, 2008287, published on 31 May 1979, see abstract; page 3, lines 37 to 102, FMC</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1, 3, 5, 6</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">Engineers Digest, Vol. 30, No. 12, published in December 1969, (London, GB) J.R. Crookall 'Numerically controlled machine tools', part 8 pages 91-112, see page 110, right hand column, line 50 to page 112, to the end</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1, 6, 7</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">FR, A, 2311630, published on 17 December 1976, see page 16, claim 1, Kobe Steel</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">US, A, 3449742, published on 10 June 1969, see column 2, lines 32-37 T. Stapelton, General Motors</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">A.F.I.P.S. Joint Computer Conference, Vol.44, 1975 (Montvale, US) H. Merryweather 'Two application programs which link design and manufacture', page 805-811, see page 807, left hand column, lines 16-18</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">DE, A, 2649123, published on 12 May 1977, see page 12, claim 43; page 13, claim 47, Unimation</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1, 7</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">FR, A, 2081889, published on 10 December 1971, see page 11, claims 1, 2, Plessey</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">.../...</td> </tr> </table>			Category ⁶	Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸		FR, A, 2365838, published on 22 September 1977, see page 1, lines 24-30; line 40 to page 2, line 7; page 5, line 15 to page 7, line 11; figures 1 to 7, Toolmasters	1, 2, 6		GB, A, 2008287, published on 31 May 1979, see abstract; page 3, lines 37 to 102, FMC	1, 3, 5, 6		Engineers Digest, Vol. 30, No. 12, published in December 1969, (London, GB) J.R. Crookall 'Numerically controlled machine tools', part 8 pages 91-112, see page 110, right hand column, line 50 to page 112, to the end	1, 6, 7		FR, A, 2311630, published on 17 December 1976, see page 16, claim 1, Kobe Steel	2		US, A, 3449742, published on 10 June 1969, see column 2, lines 32-37 T. Stapelton, General Motors	2		A.F.I.P.S. Joint Computer Conference, Vol.44, 1975 (Montvale, US) H. Merryweather 'Two application programs which link design and manufacture', page 805-811, see page 807, left hand column, lines 16-18	4		DE, A, 2649123, published on 12 May 1977, see page 12, claim 43; page 13, claim 47, Unimation	1, 7		FR, A, 2081889, published on 10 December 1971, see page 11, claims 1, 2, Plessey	3			.../...
Category ⁶	Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸																														
	FR, A, 2365838, published on 22 September 1977, see page 1, lines 24-30; line 40 to page 2, line 7; page 5, line 15 to page 7, line 11; figures 1 to 7, Toolmasters	1, 2, 6																														
	GB, A, 2008287, published on 31 May 1979, see abstract; page 3, lines 37 to 102, FMC	1, 3, 5, 6																														
	Engineers Digest, Vol. 30, No. 12, published in December 1969, (London, GB) J.R. Crookall 'Numerically controlled machine tools', part 8 pages 91-112, see page 110, right hand column, line 50 to page 112, to the end	1, 6, 7																														
	FR, A, 2311630, published on 17 December 1976, see page 16, claim 1, Kobe Steel	2																														
	US, A, 3449742, published on 10 June 1969, see column 2, lines 32-37 T. Stapelton, General Motors	2																														
	A.F.I.P.S. Joint Computer Conference, Vol.44, 1975 (Montvale, US) H. Merryweather 'Two application programs which link design and manufacture', page 805-811, see page 807, left hand column, lines 16-18	4																														
	DE, A, 2649123, published on 12 May 1977, see page 12, claim 43; page 13, claim 47, Unimation	1, 7																														
	FR, A, 2081889, published on 10 December 1971, see page 11, claims 1, 2, Plessey	3																														
		.../...																														
<div style="font-size: small;"> <p>¹⁹ Special categories of cited documents: ¹⁶</p> <p>"A" document defining the general state of the art</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed</p> <p>"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance</p> </div>																																
IV. CERTIFICATION <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> Date of the Actual Completion of the International Search ³ <div style="margin-left: 40px;">17 November 1981 (17.11.81)</div> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of Mailing of this International Search Report ³ <div style="margin-left: 40px;">30 Novemebr 1981 (30.11.81)</div> </td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> International Searching Authority ¹ <div style="margin-left: 40px;">European Patent Office</div> </td> <td style="padding: 5px;"> Signature of Authorized Officer ²⁰ </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search ³ <div style="margin-left: 40px;">17 November 1981 (17.11.81)</div>	Date of Mailing of this International Search Report ³ <div style="margin-left: 40px;">30 Novemebr 1981 (30.11.81)</div>	International Searching Authority ¹ <div style="margin-left: 40px;">European Patent Office</div>	Signature of Authorized Officer ²⁰																										
Date of the Actual Completion of the International Search ³ <div style="margin-left: 40px;">17 November 1981 (17.11.81)</div>	Date of Mailing of this International Search Report ³ <div style="margin-left: 40px;">30 Novemebr 1981 (30.11.81)</div>																															
International Searching Authority ¹ <div style="margin-left: 40px;">European Patent Office</div>	Signature of Authorized Officer ²⁰																															

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)

Category *	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No ¹⁸
	Engineering, Vol. 220, No. 3, published in March 1980 (London, GB) 'Profile machining in the n. c. era', pages 284-286, see page 285 'Hybrid Systems'	1
	Proceedings of Numerical Control Society, 16. Annual Meeting, 25-28 March 1979 (Springlake, US) Donald C. Beran 'Numerical control programming via computer graphics' pages 56-71, see abstract	1, 4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/CH 81/00096

I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationsymbolen sind alle anzugeben) ³		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC Int.Cl. ³ : G 05 B 19/42		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff ⁴		
Klassifikationssystem	Klassifikationsymbole	
Int.Cl. ³	G 05 B 19/42; G 06 F 15/46; B.23 Q 33/00; G 05 B 19/18; G 06 F 15/20	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁵		
III. ALS BEDEUTSAM ANZUSEHENDE VERÖFFENTLICHUNGEN¹⁴		
Art +	Kennzeichnung der Veröffentlichung, ¹⁶ mit Angabe, soweit erforderlich, der in Betracht kommenden Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. 18
	FR, A, 2365838, veröffentlicht am 22. September 1977, siehe Seite 1, Zeilen 24-30; Zeile 40 bis Seite 2, Zeile 7; Seite 5, Zeile 15 bis Seite 7, Zeile 11; Figuren 1 bis 7, Toolmasters --	1,2,6
	GB, A, 2008287, veröffentlicht am 31. Mai 1979, siehe Zusammenfassung; Seite 3, Zeilen 37 bis 102, FMC --	1,3,5,6
	Engineers Digest, Band 30, Nr. 12, veröffentlicht in Dezember 1969, (London, GB) J.R. Crookall "Numerically controlled machine tools", Teil 8, Seiten 91-112, siehe Seite 110, rechte Spalte, Zeile 50 bis Seite 112, bis am Ende --	1,6,7
	FR, A, 2311630, veröffentlicht am 17. Dezember 1976, siehe Seite 16, Anspruch 1, Kobe Steel --	2
	US, A, 3449742, veröffentlicht am 10. Juni 1969, siehe Spalte 2, Zeilen 32-37, T.Stapelton, General Motors ./	2
+ Besondere Arten von angegebenen Veröffentlichungen: ¹⁵		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert</p> <p>"E" frühere Veröffentlichung, die erst am oder nach dem Anmeldedatum erschienen ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die aus anderen als den bei den übrigen Arten genannten Gründen angegeben ist</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber am oder nach dem beanspruchten Prioritätsdatum erschienen ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung die am oder nach dem Anmeldedatum erschienen ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben wurde</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung</p> </div> </div>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der internationalen Recherche ²		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts ²
17. November 1981		30. November 1981
Internationale Recherchenbehörde ¹ EUROPÄISCHES PATENTAMT		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten ²⁰ <div style="text-align: right;">G.L.M. Kruidenberg</div>

III. ALS BEDEUTSAM ANZUSEHENDE VERÖFFENTLICHUNGEN (FORTSETZUNG DER ANGABEN VON BLATT 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, ¹⁶ mit Angabe, soweit erforderlich, der in Betracht kommenden Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. ¹⁸
	A.F.I.P.S. Joint Computer Conference, Band 44, 1975 (Montvale, US) H. Merryweather "Two application programs which link design and manufacture", Seiten 805-811 siehe Seite 807, linke Spalte, Zeilen 16-18 --	4
	DE, A, 2649123, veröffentlicht am 12. Mai 1977, siehe Seite 12, Anspruch 43; Seite 13, Anspruch 47, Unimation --	1,7
	FR, A, 2081889, veröffentlicht am 10. Dezember 1971, siehe Seite 11; Ansprüche 1,2, Plessey --	3
	Engineering, Band 220, Nr. 3, veröffentlicht in März 1980 (London, GB) "Profile machining in the n.c. era", Seiten 284-286, siehe Seite 285 "Hybrid Systems" --	1
	Proceedings of Numerical Control Society, 16. Annual Meeting, 25-28 März 1979 (Springlake, US) Donald C. Beran "Numerical control programming via computer graphics", Seiten 56-71, siehe Zusammenfassung -----	1,4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.